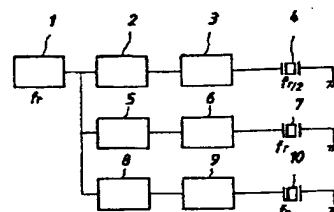


(54) DRIVING METHOD FOR ULTRASONIC OSCILLATOR

(11) 5-344764 (A) (43) 24.12.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-171716 (22) 5.6.1992
 (71) OLYMPUS OPTICAL CO LTD (72) TOSHIHARU TSUBATA(2)
 (51) Int. Cl⁵. H02N2/00, H01L41/09

PURPOSE: To provide a driving method for ultrasonic oscillator in which undesirable bending oscillation excited by longitudinal oscillation is suppressed effectively and controllability is enhanced in the moving direction of linear actuator or two-dimensional actuator.

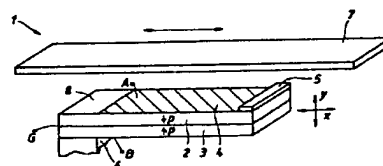
CONSTITUTION: Driving frequencies of a multilayer piezoelectric element 4 for driving longitudinal oscillation and piezoelectric elements 7, 10 for driving bending oscillation in an ultrasonic oscillator comprising a resilient body and piezoelectric elements are set at a ratio of 1:n (where, n is an integer higher than 1).

**(54) PIEZOELECTRIC MOTOR AND DRIVING METHOD THEREFOR**

(11) 5-344765 (A) (43) 24.12.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-177327 (22) 11.6.1992
 (71) OLYMPUS OPTICAL CO LTD (72) TOMOKI FUNAKUBO(4)
 (51) Int. Cl⁵. H02N2/00, H01L41/09

PURPOSE: To obtain a small and highly efficient piezoelectric motor having very simple structure wherein phase shifter is eliminated from a driving circuit.

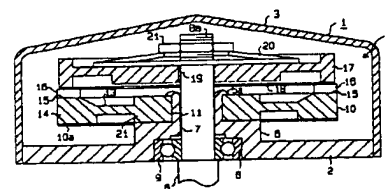
CONSTITUTION: A piezoelectric bimorph 1 is constituted of two piezoelectric elements 2, 3 subjected to polarization and bonded while reversing the polarizing direction. Each of the piezoelectric elements 2, 3 is provided with an electrode 4. A friction member 5 is bonded to the piezoelectric element 2 at an end part thereof.

**(54) STATOR FOR ULTRASONIC MOTOR AND MANUFACTURE THEREOF**

(11) 5-344766 (A) (43) 24.12.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-304190 (22) 13.11.1992 (33) JP (31) 91p.337657 (32) 27.11.1991(1)
 (71) ASMO CO LTD(1) (72) MOTOYASU YANO(2)
 (51) Int. Cl⁵. H02N2/00, B22F5/00

PURPOSE: To enhance rotational efficiency of rotor by increasing density at the oscillating section of at least stator formed through sintering, and to enhance torque and output while simplifying manufacture of stator and reducing cost.

CONSTITUTION: This is a stator for an ultrasonic motor wherein AC voltage is applied on a piezoelectric element 10a to oscillate an annular stator 10 which then rotates an annular rotor 17 contacting therewith on the top surface thereof. The stator 10 is made of a sintered alloy and slits 15 are formed radially, at substantially constant intervals, in the top surface thereof to provide a pectinated oscillating section 16 wherein the oscillating section 16, in the direction perpendicular to the radial direction of the stator 10, is formed substantially in square.



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-344764

(43)Date of publication of application : 24.12.1993

(51)Int.Cl.

H02N 2/00
H01L 41/09

(21)Application number : 04-171716

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 05.06.1992

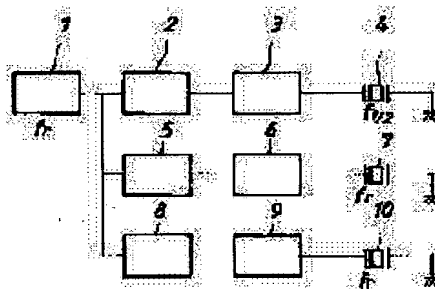
(72)Inventor :
TSUBATA TOSHIHARU
IMAI YUUGO
FUNAKUBO TOMOKI

(54) DRIVING METHOD FOR ULTRASONIC OSCILLATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a driving method for ultrasonic oscillator in which undesirable bending oscillation excited by longitudinal oscillation is suppressed effectively and controllability is enhanced in the moving direction of linear actuator or two-dimensional actuator.

CONSTITUTION: Driving frequencies of a multilayer piezoelectric element 4 for driving longitudinal oscillation and piezoelectric elements 7, 10 for driving bending oscillation in an ultrasonic oscillator comprising a resilient body and piezoelectric elements are set at a ratio of 1:n (where, n is an integer higher than 1).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-344764

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 N 2/00

H 0 1 L 41/09

識別記号

C 8525-5H

9274-4M

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 41/ 08

技術表示箇所

P

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-171716

(22)出願日

平成4年(1992)6月5日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 津幡 敏晴

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2 オリン

パス光学工業株式会社内

(72)発明者 今井 裕五

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2 オリン

パス光学工業株式会社内

(72)発明者 舟窪 朋樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2 オリン

パス光学工業株式会社内

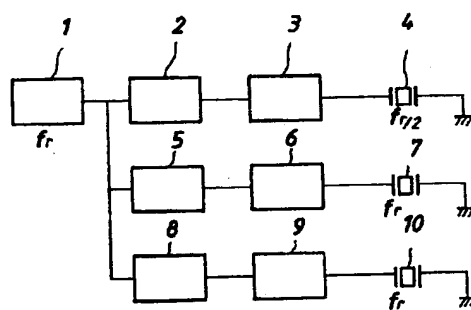
(74)代理人 弁理士 奈良 武

(54)【発明の名称】 超音波振動子の駆動方法

(57)【要約】

【目的】 縦振動により励起される不要な屈曲振動の発生を効果的に抑制し、リニアアクチュエータや2次元アクチュエータの移動方向の制御性を向上させることのできる、超音波振動子の駆動方法を提供することを目的とする。

【構成】 弾性体及び圧電素子により構成される超音波振動子の縦振動駆動用の積層圧電素子4の駆動周波数と、屈曲振動駆動用の圧電素子7、10の駆動周波数との比を1:n(但し、nは2以上の整数)とした。



1. 発振器

2. 分周器

3, 6 増幅器

4 積層圧電素子

5, 8 位相器

7, 10 圧電素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 弾性体及び圧電素子により構成され、縦振動とこれに直交する屈曲振動とにより前記弾性体に合成振動を発生させる超音波振動子において、前記縦振動の周波数と前記屈曲振動の周波数との比を1:n（但し、nは2以上の整数）としたことを特徴とする超音波振動子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電素子等の電気機械変換素子を振動源として用いた超音波振動子の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、超音波振動子を用いて2次元アクチュエータを構成することが提案されている。例えば、特開平2-7875号公報に開示された超音波振動子では、立方体の弾性体に縦振動を励起するとともに、この縦振動に直交する2方向に屈曲振動を励起して、これら3方向の振動を合成して弾性体の縦振動方向端に楕円運動を発生させている。

【0003】かかる従来技術について添付図面により説明すると、図5は従来の超音波振動子の構成を示す図であり、図6は従来の超音波振動子の動作を説明するための図であり、図7は従来の超音波振動子を用いたXYステージの基本構成を示す図である。まず、図5により従来の超音波振動子の構成を説明する。図示の通り、この超音波振動子は、弾性体29の4側面に圧電素子30、31、32、33を取り付けるとともに、同弾性体29の上面に積層圧電素子34を取り付け、さらにその上面に上板35及び突起部36を設けたものである。この超音波振動子は、図5(c)のように結線して、4つの圧電素子30、31、32、33に交流電圧を印加すると圧電効果により振動子37全体が屈曲振動を行う。図6(b)はかかる振動の様子を模式的に示すものである。なお、図5(c)に記載した矢印は圧電素子の分極方向を示している。このようにして、圧電素子30、32または圧電素子31、33を組み合わせると互いに直交する方向に屈曲振動を励起する。一方、積層圧電素子34に交流電圧を印加すると、図6(a)に示すような縦振動が得られる。

【0004】上述の屈曲振動の周波数と縦振動の周波数とを同一として位相を適当に制御すると、突起部36の先端は図6(c)のような楕円運動を行う。そして、この楕円運動の方向は、前述した直交方向の屈曲振動を適当に合成して360度任意方向に制御することができる。ここで、図7に示すように、振動子37の突起部36に可動体38の底面が接触するように支持して、この楕円運動を行うと可動体38をXYの任意の方向に移動することができる。以上のようにして、超音波振動子を用いたXYステージが構成される。なお、屈曲振動の振

幅は、振動子37の共振周波数で振動させることによりXYステージを駆動可能な大きさ(0.5μm程度)となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述の超音波振動子では、本来、縦方向の駆動力のみを印加すれば縦振動のみが発生し、屈曲振動が発生しないはずであるにも関わらず、実際には、屈曲振動の共振周波数で縦振動を励起すると屈曲振動も同時に励起されてしまうという問題点があった。

【0006】かかる問題点について、より詳しく説明する。図8のグラフは、横軸に縦振動の駆動周波数、縦軸に屈曲振動の振幅をとって測定結果を示したものである。縦振動の振幅をパラメータとして(a)~(c)の曲線をプロットした。このグラフによれば、縦振動の周波数を変化させると屈曲振動の共振周波数付近(グラフのほぼ中央)で屈曲振動の振幅が著しく大きくなっていることがわかる。

【0007】次に、この原因について説明する。図9

(a)~(c)は弾性体25の上部に固定した積層圧電素子26が縦振動を行う様子を示している。積層圧電素子26が矢印27の方向に伸縮し縦振動を発生すると、これと垂直方向成分の力28が同時に発生し、屈曲振動が生ずる。ここで、(a)は積層圧電素子26の中心と弾性体25の中心とがずれている場合で、固定時の位置ずれ誤差によるものである。(b)は弾性体25の上端面の直角度が不正確な場合で、弾性体25の加工誤差によるものである。(c)は積層圧電素子26の端面の直角度が不正確な場合で、製作上の誤差によるものである。これらの誤差は、厳密にはいずれも避けることができないものである。この結果、すでに図8で説明したように、縦振動の周波数が屈曲振動の共振周波数と一致すると微小な力であっても比較的大きな振動が発生する。このような超音波振動子を用いて図7に示した2次元可動のXYステージを構成すると、縦振動のみで可動体38が移動してしまい、制御性がきわめて悪いという欠点があった。

【0008】本発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、弾性体や圧電素子の加工誤差、取付誤差等に起因する不要な屈曲振動の発生を効果的に抑制することのできる超音波振動子の駆動方法を提供し、駆動しようとする縦振動の方向と垂直方向の屈曲振動の成分の力が加わっても振幅を微小にとどめ、超音波振動子及びこれを使用したアクチュエータの制御性を向上させることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の超音波振動子の駆動方法では、弾性体及び圧電素子により構成され、縦振動とこれに直交する屈曲振動とにより前記弾性体に合成振動を発生させる超音波振

動子において、前記縦振動の周波数と前記屈曲振動の周波数との比を1:n (但し、nは2以上の整数) とした。

【0010】

【作用】上記手段からなる本発明の超音波振動子の駆動方法では、縦振動の周波数と屈曲振動の周波数との比を1:nとすることにより、弾性体の合成振動を閉じた振動とした。しかもこれにより、たとえ縦振動により屈曲方向の成分を持つ駆動力が発生しても、屈曲振動の共振周波数からずれているため、共振時に比較して振幅は著しく小さくなる。従って、屈曲振動の制御性が向上する。

【0011】以下、添付図面を参照して本発明に係る超音波振動子の駆動方法のいくつかの実施例を説明する。

【0012】

$$f_n = 1 / (2\pi) \cdot \alpha_n^2 / 12 \{ (EI) / (\rho A) \}^{1/2} \\ = \text{const} \cdot \alpha_n^2$$

但し、lは弾性体の長さ、Eはヤング率、Iは慣性モーメント、ρは密度、Aは断面積である。また、α_nは次の値をとる定数である。

$$\alpha_1 = 1.87510 \quad \alpha_2 = 4.60409 \quad \alpha_3 = 7.85476$$

... (自由端 固定端)

$$\alpha_1 = 4.73004 \quad \alpha_2 = 7.85320 \quad \alpha_3 = 10.9956$$

... (自由端 自由端)

なお、参考のため、各次数の振動モードを図3に示した。(a)は両端とも固定しない場合の屈曲の共振について示しており、(b)は一端を固定した場合のものである。

【0014】上記数式から明らかなように、共振周波数は(α_{n+1}/α_n)²ごとに存在する。そして、この値は自由端-固定端、自由端-自由端のいずれの場合にも2となることはない。すなわち、共振の1/2の周波数には他の次数の共振周波数は存在しないことになる。したがって、縦振動を屈曲振動の共振周波数の1/2としても屈曲の共振が励起されることはない。

【0015】さらに、縦振動と屈曲振動の周波数を1:2として相互の位相を調整すれば、合成される振動は図4に示すような「8」の字を描く。従って、「8」の字の上端部に図7と同様に可動体38を接触させれば、従来の槽門運動の場合と同様、XYステージ等のアクチュエータを構成できることがわかる。しかも、縦振動により励起される屈曲共振振動のために縦振動のみで可動体38が移動することはない。

【0016】

【実施例2】次に、本発明の実施例2を説明する。図2は本発明の実施例2の構成を示す図である。この実施例では発振器11は縦振動の周波数波形を発振する。この信号は増幅器12及び2通倍器14に接続され、増幅器12を介して積層圧電素子13を駆動する一方、2通倍器14にて縦振動周波数の2倍の屈曲振動の周波数とな

*【実施例1】まず、本発明の実施例1を説明する。図1は本発明の実施例1の構成を示す図である。図において、発振器1は屈曲振動の周波数波形を発振するもので、この信号は分周器2、移相器5及び移相器6に接続されている。分周器2では、この信号を1/2分周して、屈曲振動の周波数の1/2の周波数の縦振動周波数を得た後、増幅器3を介して積層圧電素子4を駆動している。また、移相器5及び移相器6は各々増幅器6、増幅器9に接続され、X軸方向の屈曲振動を発生する圧電素子7とY軸方向の屈曲振動を発生する圧電素子10との駆動が行われる。

【0013】次に、実施例1の作用を説明する。一般に、弾性体の屈曲振動のn次の共振周波数は次式で示される。

$$f_n = 1 / (2\pi) \cdot \alpha_n^2 / 12 \{ (EI) / (\rho A) \}^{1/2}$$

20 従って、移相器15及び移相器18で位相を調節された後、増幅器16、19を介してX軸方向の屈曲振動を発生する圧電素子7とY軸方向の屈曲振動を発生する圧電素子10との駆動が行われる。また、図2(b)は2通倍器14の具体的構成を示しており、乗算器21とハイパスフィルター22とアンプ23とを直列に接続したものととなっている。

【0017】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特に、実施例中では周波数比を1:2としたが、1:3、1:4、...等でも同様な効果が得られる。

【0018】

30 【発明の効果】以上説明したように、本発明の超音波振動子の駆動方法によれば、縦振動により励起される不要な屈曲振動の発生を効果的に抑制することができるので、リニアアクチュエータや2次元アクチュエータの移動方向の制御性が向上し、制御装置の構成を単純化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例2の構成を示す図である。

【図3】屈曲振動の振動モードを示す図である。

40 【図4】本発明の作用を説明するための図である。

【図5】従来の超音波振動子の構成を示す図である。

【図6】従来の超音波振動子の動作を説明するための図である。

【図7】従来の超音波振動子を用いたXYステージの基本構成を示す図である。

【図8】従来技術の問題点を説明するためのグラフである。

【図9】従来技術の問題点を説明するための図である。

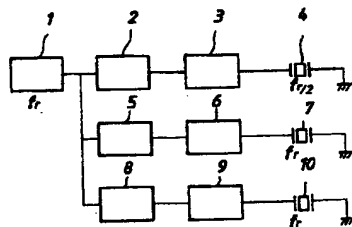
【符号の説明】

1, 11 発振器

- 2 分周器
 3, 6, 9, 12, 16, 19 増幅器
 4, 13, 26, 34 積層圧電素子
 5, 8, 15, 18 移相器
 7, 10, 17, 20, 30, 31, 32, 33 圧電素子
 14 2通倍器
 21 乗算器

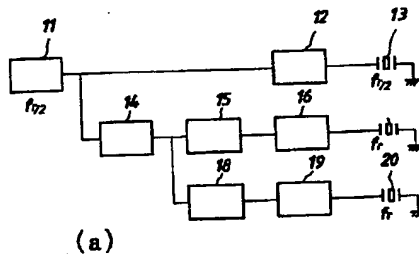
- 22 ハイパスフィルター
 23 アンプ
 25, 29 弾性体
 35 上板
 36 突起部
 37 振動子
 38 可動体

【図1】

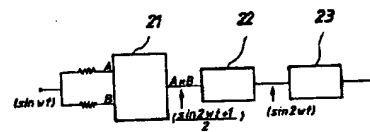


- 1 発振器
 2 分周器
 3, 6 増幅器
 4 積層圧電素子
 5, 8 位相器
 7, 10 圧電素子

【図2】



(a)



(b)

【図6】



(a)

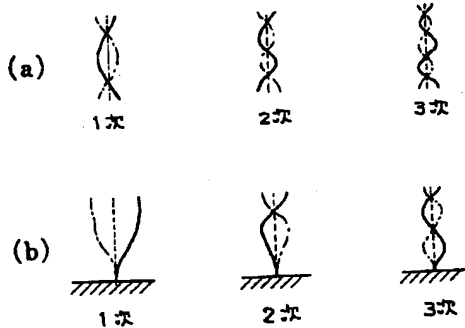


(b)

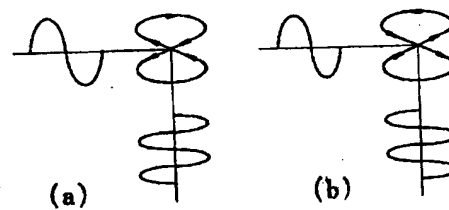


(c)

【図3】



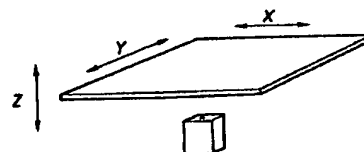
【図4】



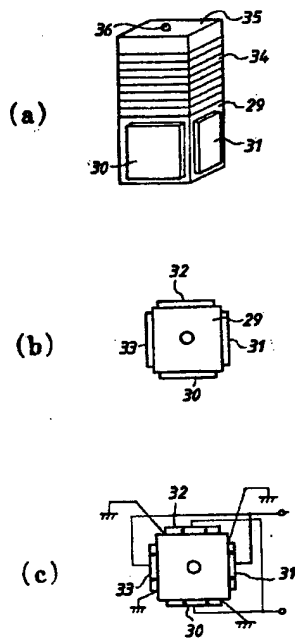
(a)

(b)

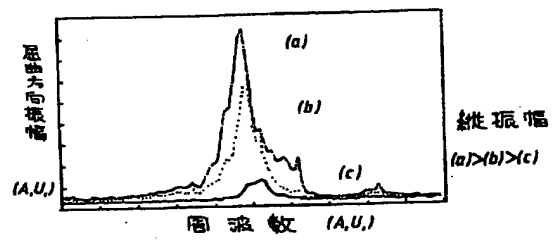
【図7】



【図5】



【図8】



【図9】

